BEDEUTENDE BAUWERKE
UND IHRE MEISTER
*CONSTRUCCIONES EMBLEMÁTICAS
Y SUS AUTORES*

ARCHITEKTEN, INGENIEURE UND IHRE BRÜCKEN
ARQUITECTOS, INGENIEROS Y SUS PUENTES
(II)

Koordination

EVE BAUDER

CUADERNOS
DEL INSTITUTO
JUAN DE HERRERA
DE LA *ESCUELA DE*
ARQUITECTURA
DE MADRID

4-56-02

BEDEUTENDE BAUWERKE
UND IHRE MEISTER
*CONSTRUCCIONES EMBLEMÁTICAS
Y SUS AUTORES*

ARCHITEKTEN, INGENIEURE UND IHRE BRÜCKEN
ARQUITECTOS, INGENIEROS Y SUS PUENTES
(II)

Koordination
EVE BAUDER

CUADERNOS
DEL INSTITUTO
JUAN DE HERRERA
DE LA *ESCUELA DE
ARQUITECTURA
DE MADRID*

4-56-02

C U A D E R N O S
D E L I N S T I T U T O
J U A N D E H E R R E R A

0 VARIOS
1 ESTRUCTURAS
2 CONSTRUCCIÓN
3 FÍSICA Y MATEMÁTICAS
4 TEORÍA
5 GEOMETRÍA Y DIBUJO
6 PROYECTOS
7 URBANISMO
8 RESTAURACIÓN

NUEVA NUMERACIÓN

4 Área
56 Autor
02 Ordinal de cuaderno (del autor)

ARCHITEKTEN, INGENIEURE UND IHRE BRÜCKEN (Arquitectos, ingenieros y sus puentes) (II)

Instituto Juan de Herrera.
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
Gestión y portada: Pablo Vegas González.
CUADERNO 151.01 / 4-56-02
ISBN: 84-9728-078-4
Depósito Legal: M-34788-2003

Vorwort der Koordinatorin

Der Wunsch einer Gruppe von Architekturstudenten, die 2001 den höchsten aller an der Universität für Architektur angebotenen Deutschkurse mit Erfolg absolviert hatten und die ihre allgemeinen und fachspezifischen Deutschkenntnisse weiter vertiefen und ausbauen wollten, führte zur Entstehung der Reihe "Bedeutende Bauwerke und ihre Meister".

Die diesjährige –dritte– Gruppe von Studenten hat sich mit dem Thema "Architekten, Ingenieure und ihre Brücken" auseinandergesetzt: Jeder Einzelne beschäftigte sich intensiv mit Leben und Werk –unter besonderer Berücksichtigung der Brücken– eines Architekten oder Ingenieurs seiner Wahl.

Das Ziel dieser ausführlichen Forschungsarbeit, die die Lektüre und das konzentrierte Studium vieler deutscher Bücher, Fachzeitschriften, Artikel und Referate -aus den Schätzen der Universitätsbibliothek, dem Internet und anderen Quellen stammend– voraussetzte, war die Erarbeitung einer Abhandlung auf Deutsch, die sowohl eine detaillierte Biographie des gewählten Meisters und seiner Brücke(n) als auch eine inhaltsbezogene Liste des relevanten allgemeinsprachlichen und technischen Vokabulars in zweisprachiger Ausführung (deutsch und spanisch) enthalten sollte.

Das Ergebnis der unzähligen Stunden unermüdlichen Fleißes und außergewöhnlicher Schaffenskraft dieser Gruppe liegt nun hier in Form von vier Heften aus dieser Reihe vor, deren Veröffentlichung uns Mitwirkende nicht nur mit Stolz und Freude erfüllt, sondern besonders das Bedürfnis und die Notwendigkeit zum Ausdruck bringen soll, "eine Brücke zu schlagen" zwischen Sprache und Technik, die die Wissensgebiete der einen mit denen der anderen verbindet, deren Austausch anregt und so das Tragwerk grenzüberschreitenden, multidisziplinären Schaffens symbolisiert.

Mögen diese vier Hefte als praktisches Hilfsmittel diesem Ziel dienen!

Eve Bauder
Dozentin für Deutsch
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

Das Thema "Brücken" ist nicht nur von Architekten und Ingenieuren behandelt worden, sondern auch von Leuten aus anderen Wissensgebieten, die viel über Brücken gesprochen und geschrieben haben, wobei sowohl technische und bauliche Eigenschaften, als auch philosophische oder poetische Gesichtspunkte analysiert wurden: Form, Schönheit und das Verhältnis zu Kunst und Geschichte sind immer von außergewöhnlicher Relevanz gewesen.

"Architektur ist Voodoozauber. Die Architekten setzen nichts in Gang. Zeichnen können sie, doch sie wissen nicht, wie ein Flugzeug entworfen wird. An neuen Entwicklungen sind sie so gut wie nicht beteiligt."

(Richard Buckminster Fuller, Wissenschaftler)

"Die Vergangenheit ist das einzige Arsenal, wo wir das Rüstzeug finden, unsere Zukunft zu gestalten."

(Ortega y Gasset, Schriftsteller)

"Die Brücke schwingt sich leicht und kräftig über den Strom. Sie verbindet nicht nur schon vorhandene Ufer."

(Martin Heidegger, Philosoph)

"Der Linienzug der Kraft und der Schönheit ist der gleiche."

(Oscar Wilde, Schriftsteller)

"Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile."

(Pythagoras, Mathematiker)

"Brücken sind oft schon wegen ihrer Größe weithin sichtbare Bauwerke, die das Bild einer Landschaft oder einer Stadt stark prägen können. Solche Brücken sind monumentale Zeichen der Baukultur einer Epoche.
Brücken bilden eine eigene Garttung der Bauwerke. Sie stehen als solitäre Bauwerke in ihrer Umgebung. Sie sind anders als andere Bauwerke. Sie haben die vergleichsweise einfachen Funktionen, einen Verkehrsweg spannweitenüberbrückend über ein Hindernis hinwegzuführen. Spezielle Kriterien bestimmen ihre Gestaltung. Insofern gerechtfertigt, über Brücken als ein eigenes Thema der Baukunst zu sprechen."

(Richard J. Dietrich, Architekt und Ingenieur)

"Man akzeptiert, was man versteht, und empfindet als angenehm, was leicht wirkt. Man erwartet, dass ein Bauwerk auf sich ändernde Randbedingungen angemessen reagiert."

(Jörg Schlaich, Architekt und Ingenieur)

BEDEUTENDE BAUWERKE UND IHRE MEISTER
CONSTRUCCIONES EMBLEMÁTICAS Y SUS AUTORES

INHALTSVERZEICHNIS:
ÍNDICE:

- **Die Spannbandbrücke bei Essing (Richard J. Dietrich)**
  Biographie.
  Die Spannbandbrücke über den Main-Donau-Kanal bei Essing (1978-1986).
  Die Tensegritybrücke über den Main-Donau-Kanal bei Berching (1987).
  Die Auslegerbrücke über den Amperkanal in Fürstenfeldbruck (1988-90).
  Die Baumstützenbrücke über die Autobahn und Zuggleise in Zirndorf (1993-95).
  Die Spiralhängebrücke an der Einfahrt nach Weiden (995-98).
  Bibliographie.
  Verfasser: Luis Alberto Burred Sendino.

- **Technisches Vokabular/*Vocabulario técnico***
  Deutsch-Spanisch/*Alemán-Español*

Architekten, Ingenieure und ihre Brücken (III)
Arquitectos, ingenieros y sus puentes (III)

- **Santiago Calatravas Brücken**
  Einführung.
  Beispiele in chronologischer Abfolge.
  Projekte.
  Brücken: Die Alamillo-Brücke und das Cartuja-Viadukt, Sevilla, Spanien.
  Die Alameda-Brücke, Valencia, Spanien.
  Die Ondarroa Brücke, Ondarroa, Spanien.
  Die Bach De Roda-Felipe II Brücke, Barcelona, Spanien.
  Die Trinity Brücke, Salford, England
  Die Campo Volantin-Fuβgängerbrücke, Bilbao, Spanien.
  Bibliographie.
  Verfasser: Javier Eguía León.

- **Die Besucherbrücke im Deutschen Museum (Jörg Schlaich)**
  Biographie.
  Aspekte von den Werken Jörg Schlaichs.
  Fuβgängerbrücke.
  Die Besucherbrücke im Deutschen Museum.
  Das Tragprinzip (das Modell im Deutschen Museum).
  Interview mit Stephan Justiz.
  Bibliographie.
  Danksagung.
  Verfasser: Gregorio Ortiz Quintana.

- **Technisches Vokabular/*Vocabulario técnico***
  Deutsch-Spanisch/*Alemán-Español*

Architekten, Ingenieure und ihre Brücken (IV)
Arquitectos, ingenieros y sus puentes (IV)

- **Allgemeinsprachliches Vokabular/*Vocabulario general***
  Deutsch-Spanisch/Alemán-Español
  Spanisch-Deutsch/Español-Alemán

- **Technisches Vokabular/*Vocabulario técnico***
  Deutsch-Spanisch/*Alemán-Español*
  Spanisch-Deutsch/*Español-Alemán*

DIE BASSANO BRÜCKE UND DIE KINTAI-KYO BRÜCKE

A. Palladio und K. Kodama

Verfasserin: Jimena Acevedo Cañadas

Einführung zu Holzbrücken

Gelungene Werke der Brückenbaukunst vermitteln einen Fächer faszinierender Erfahrungen, selbst wenn wir in unserer hektischen Zeit heute Brücken kaum wahrnehmen. Manche Brücken erwecken unsere Sehnsucht nach Leichtigkeit, nach der Befreiung von der Bodenhaftigkeit, die unsere Empfindsamkeit gefangen hält. Sie können auch einen besonderen Symbolgehalt in sich tragen, sogar wie Metaphern benutzt werden: wir bauen Brücken über Flüsse und Täler oder unter Bahnen und Wege, aber wir schlagen sie auch „zwischen Völkern" oder bauen sie „für die Zukunft", als Wille zur Solidarität oder als Zeichen des Ruhmes und der Macht. Brücken verbinden immer, es sei denn wir sie abbrechen. Die Symboltragfähigkeit der Brücke ist in jedem Mensch mehr oder weniger verinnerlicht.

Brücken bilden eine eigene Gattung der Bauwerke, in der Material, Struktur und Form in besonderer Gestaltung harmonisch abgestimmt sind. Diese Einheit berücksichtigt vor allem die Umgebung der Brücke: ist die Gestalt einer Brücke gut gelöst, entspricht sie immer den Herauforderungen dessen, was sie umgibt. Ohne Dialog mit dem *Genius loci* (dem Geist des Ortes) wird man bloβ Natur- und Stadtlandschaften brutal verunstalten und verletzen.

Holz

Die erste Brücke war zweifellos eine Holzbrücke: ein über einen Abgrund oder einen Fluss gelegter Baumstamm. Holz ist der Stoff der Brückenbauentwicklung. Holz ist ein vielfältiges Baumaterial, mit unzähligen Verwendungsmöglichkeiten. Im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit, trotz der Witterungseinflüsse, kommt es nur bei Wechselfeuchte zur Verrottung. Man kann aber diesen Prozess durch entsprechenden Holzschutz unterbinden: es gibt überdachte Holzbrücken, die, wie die später erwähnte Brücke in Bassano, mehrere Jahrhunderte überdauert haben.

Als ökologischster Baustoff, hat Holz auβerdem eine spezifische Leistungsfähigkeit, die bis heute von keinem neuen, technologischen Material erreicht ist. Was das Tragverhalten des Holzes kennzeichnet ist, dass es in Faserrichtung gleichermaβen Druck- und Zugkräfte aufnehmen kann. Auβerdem ist Holz bei hoher Festigkeit relativ leicht, einfach zu verarbeiten und wird seit Menschengedenken vorgefertigt.

Tragwerksysteme

Aus der angemessenen Ordnung der Stoffe entsteht die Struktur. Die Architektur einer Brücke unterscheidet sich grundsätzlich von der eines Hauses: Brücken bauen heiβt Spannweiten überwinden. Der Umriss einer Brücke besteht vor allem aus dem Tragwerk. Die tragende Struktur folgt dem Wirken der Kräfte: die Kräfte, die auf einen Baukörper wirken, müssen durch das Tragwerk in den Untergrund

weitergeleitet werden. Auch wenn es bei Brücken um eine tektonische Bauart geht, macht ein richtig konstruiertes Tragwerk allein noch kein Meisterwerk der Brückenbaukunst. Das formgebende Tragwerk wird dann der Architektur entsprechend gewählt.

Was Spannweiten überbrückende Konstruktionen betrifft, gibt es zwei elementare Möglichkeiten:

Balkenbrücken: die Urbrücken waren sicherlich hölzerne Balkenbrücken, die aus mehreren miteinander verbundenen Baumstämmen bestanden. Solche Baumstämme sind Holzbalken, die nur an zwei Stellen aufliegen. Trägt ein Balken seine Last (Eigengewicht) und die Verkehrslast, so drückt die Gesamtlast nur auf diese beiden Punkte. Im Balken selbst entstehen dann Innenkräfte, weil er zwischen seinen zwei Enden freitragend ist und sich folglich biegt (Abb. 1). Diese Biegung führt zur Dehnung der Unterseite des Balkens, wo eine Zugspannung entsteht, und zur Stauchung der Oberseite, wo eine Druckspannug auftaucht. Die Konsequenz dieser Zug- und Druckspannungen ist ein rissiges Zugband und bedeutet letztendlich seinen Bruch.

(Abb. 1)

Die Spannweite einer Balkenbrücke war ursprünglich auf die Länge des zur Verfügung stehenden rohen Baustoffes begrenzt, d.h. auf die Länge eines Baumstamms oder einer Steinplatte. Bei kleinen Spannweiten genügen einfache Balkenbrücken, bei breiten Flüssen müssen die Balkenträger durch Pfahljoche abgestützt werden. Da sich die Spannweiten der einzelnen Balken zwischen Stütze und Stütze immer wieder addieren lassen, können auf diese Weise größere Gesamtlängen erreicht werden.

Fach- und Sprengwerke oder Kragkonstruktionen sind die gewöhnlichsten Formen der bearbeiteten Holzbalken. Was uns hier mehr beschäftigt ist das *Sprengwerk*, das von Palladio in Bassano benützt wurde. Es ist ein Tragwerksystem, das sich unter der Brückenfahrbahn befindet und den Balken in zwei Punkten weiter abstützt (Abb. 2). Dies ermöglicht größere Spannweiten und höhere Belastungen, da die neuen Stützen die freitragende Strecke verkürzen und dadurch auch die Biegung reduzieren.

(Abb. 2)

Bogenbrücken: bei der ältesten Bogenbautechnik begegnet uns der *Kragbogen* (oder ‚falscher' Bogen), bei dem flache Steine so aufeinander geschichtet werden, dass immer ein Stein über den anderen hervorkragt (Abb. 3). Als Urform bei Holzbrücken finden wir das Prinzip des Kragtragwerks bei den sogenannten Auslegerbrücken, die mit übereinander gestapelten auskragenden Balken gebaut sind.

(Abb. 3)

Hölzerne Auslegerbrücke

Was echte Bögen angeht -seit im alten Ägypten Kreis und Kugel als Idealformen der Geometrie geschätzt wurden-, ist der Rundbogen (oder Halbkreisbogen) als vollendetes Bau- und Gestaltungselement benützt worden. Die ersten Brücken mit Keilsteingewölben werden den Griechen und Etruskern zugeschrieben, auch wenn zweifellos der halbkreisförmige Bogen das zentrale Motiv in der römischen Architektur war.

Bögen können größere Spannweiten als Balken überbrücken und enorme Druckkräfte aufnehmen, da sie keine Biegung aufweisen und nur durch Druck belastet werden. Bei Bögen - im Gegensatz zu Balken- werden nicht nur vertikale sondern auch horizontale Kräfte an die Widerlager abgegeben (Abb. 4). Der Kräfteverlauf im Bogen entspricht einer Stützlinie ausschließlich in Form von Druckspannungen, die immer eine Parabel ist, d.h. eine umgekehrte Kettenlinie[1].

Zug

Druck

(Abb. 4)

Beim Vergleich der Stützlinie mit dem Halbkreisbogen ergibt sich, dass der gotische Spitzbogen funktionsgerechter ist, weil er schon von der Stützlinie angedeutet wird. Gespannte Bögen können aber breitere Lichtweiten überspannen, mit dem Nachteil, dass je flacher ein Bogen ist, desto größer sein Horizontalschub wird und um so höhere muss die horizontale Gegenkraft sein, die aufgebracht wird (Abb. 6). Wenn die Widerlager diesen Horizontalschub nicht auffangen können, dann stürzt der Bogen ein.

(Abb. 5)

Was Brücken betrifft, können mehrere Bögen nebeneinander gefügt werden, damit die auf denselben Auflagern gestützten Bögen ihre horizontalen Kräfte ausgleichen und nur die Widerlager an den Enden den Schub übertragen müssen.

Jedes der beiden folgenden Beispiele stellt eines der oben erwähnten Tragwerksysteme dar.

(Abb. 6)

[1] Die Theorie des Stützliniengewölbes als umgekehrte Kettenlinie wurde erst 1748 von dem italienischen Mathematiker Giovanni Poleni (1658-1761) entwickelt. Der Zusammenhang, der zwischen Kettenlinie und Stützlinie besteht, ist wie folgt: die Form einer hängende Kette aus kleinen Kugeln nennt man "Kettenlinie", die sich aus dem Gleichgewicht der entstehenden Zugkräfte ergibt; eine gleichförmige aus zusammengesetzten Kugeln umgekehrtes Gewölbe ist eine stehende Kette, die der "Stützlinie" entspricht, in der aus Zug Druck wird: die Richtung der Kräfte kehrt sich um (Abb. 5).

Die Brücke in Bassano

Zahlen und Daten	
Lage	Bassano di Grappa (Veneto, Italien)
Überquert	Brenta Fluss
Baujahr	1569
Konstruktionstyp	Balkenbrücke
Baustoffe	Holz
Gesamtlänge	60 m
Breite	8 m
Brückenfelder	5
Feldweiten	13 m

Die Brücke über die Brenta in Bassano di Grappa hat Andrea Palladio im Jahre 1569 entworfen. Palladio, dessen Architekturauffassung von der altertümlichen Baukunst geprägt war, erhielt den Auftrag, eine neue Brücke an Stelle der alten zu bauen. Die alte Brücke stammte aus dem 12. Jahrhundert.

Bassano ist ein hochmittelalterlicher Handelsplatz, der sich an der Straβe von Trient nach Venedig, Vicenza und Padua befindet. Die Stadt lag damals innerhalb eines ersten Mauerrings, der den heftigen Handelsverkehr schützte. Die ursprüngliche Stadtanlage bestand auf fächerförmigen Straβen, die sich zur vorhandenen Brücke hinbewegten. Einer ihrer Brückenköpfe war durch das in der alten Stadtmauer eingesetzte Stadttor gebildet; der andere war ein massiver Turm, der den Zugang zur Brücke am gegenseitigen Ufer sicherte. Heute ist die Lage der Brücke etwas exzentrisch im Vergleich zur heutigen Altstadt und Hauptverkehrsstraβe.

Palladio hat zuerst einen klassischen Entwurf bearbeitet, der aber vom Stadtrat abgelehnt wurde, weil er eine Steinbrücke beinhaltete: etwa 30 Jahre vorher hatte ein besonders gewaltiges Hochwasser der Brenta die damalige Brücke abgespült. Folglich verfasste er einen neuen Projekt nach dem Vorbild der früheren Brücke.

Anhand ihrer klaren und aufs Wesentliche beschränkten Gestaltung ist die Brücke eine der schönsten und eindrucksvollsten der Welt, trotz ihrer bescheidenen Dimensionen und nicht besonders raffinierten Bauweise. Sie ist ebenfalls eine überdachte Balkenbrücke, die ihren Dienst auch heute noch versieht und unter Denkmalschutz steht. Sie hat häufigen Hochwassern standgehalten und wird regelmäβig gewartet.

Als Balkenbrücke ist ihr Tragwerksystem sehr einfach. Die Breite des Flusses beträgt an einer bestimmten Stelle ungefähr 60 m. Palladio hat die Gesamtlänge in fünf gleiche Teile unterteilt, wodurch sich fünf Brückenjoche von 13 m Spannweite jeweils ergeben. Durch die Verwendung eines Sprengwerkes, das aus acht Parallelen Pfeilern besteht, hat der Baumeister solche Feldweiten ohne Bögen bewältigen können (Abb. 7).

(Abb. 7)

Die Pfeiler sind in Flussrichtung gesetzt, besonders schmal und mit scharfen Wellenbrechern, die den Flussquerschnitt sehr wenig verengen, die alten Bedenken aufgreifend. Die Brückenfahrbahn liegt direkt auf einer Schicht, die den Holzunterbau bedeckt, was die Solidität und Tragfähigkeit der Brücke beweist.

Zeichnung des originalen Entwurfs, genau wie von Palladio konzipiert. (I Quattro Libri dell'Architettura, Band III, Kap. 9: "Von der Bassano Brücke")

Das Brückenhaus oben ist zwischen die massiven Häuser an beiden Ufern eingespannt, deswegen braucht es keine diagonale Verstrebungen. Auf die Brückentafel hat Palladio natürlich eine Säulenreihe gesetzt, die das Dach trägt. In seinen eigenen Zeichnungen in „I Quattro Libri dell'Architettura" stellte er eine im harmonischen Proportionskanon begründete Fünfgliederung der Säulenreihe auf. Nach einer Erneuerung Anfang des 19. Jahrhunderts wurde dieser Fünferrythmus in eine Viererteilung umgewandelt. Die Veränderung des Formenkanons von der Renaissance zum neuen Klassizismus könnte diese Abweichung vom Originalentwurf erklären. Auf jeden Fall blieb die lebendige Harmonie durch das oben beschriebene Fehlen diagonaler Verbände betont. Die Sachlichkeit der Brücke wird auch durch die wenigen Schmuckelemente verstärkt, wie zum Beispiel die hölzerne Balaustrade, die kleinen Säulenkapitelle oder die Vorsatzbalken mit Volute an der äußeren Fahrbahnverkleidung und die schlichte Marmorportale an den Brückenkähnen.

Die Brücke in Bassano ist auch als „Ponte degli Alpini" bekannt, da sie für die Gebirgsjäger während des ersten Weltkriegs eine wichtige Verbindung war und die sie nach dem Krieg zu ihrem Denkmal erkoren haben. Obwohl die älteste Brücke sehr schön war, ist zweifellos die Palladios Ersatzbrücke ein Vorbild an Eleganz und Wissen über Jahrhunderte hinweg gewesen.

Weitere überdachte Holzbrücken in Europa

Kapellbrücke über die Reuß in Luzern, Schweiz.

Teufelsbrücke in Finkenberg, Österreich.

Straßenbrücke in Bayern, Deutschland.

Palladio

Biografie

Der italienische Architekt Andrea Palladio, eigentlich Andrea di Piero della Gondola, gilt uns heute als Hauptmeister der italienischen Renaissance. Er wurde als Sohn eines Müllers am 30. November 1508 in Padua (Veneto) geboren. Sein Name *Palladio* ist ein Künstlername, den er von Pallas Athenea, der griechischen Göttin der Kunst und Weisheit, übernahm.

Bildnis des Architekten Andrea di Piero della Gondola, genannt *Palladio*.

Mit 13 Jahren begann er seine sechsjährige Ausbildung als Steinmetz in Padua. 1524 ließ er sich in Vicenza nieder und wurde in die Zunft der Maurer und Steinmetze aufgenommen. Gleichzeitig konnte er der Werkstatt des Giovanni di Giacomo da Porlezza beitreten. Sechs Jahre später versuchte Palladio seine eigene Werkstatt zu gründen, war aber erfolglos.

Während seiner ersten Jahre in Vicenza, dem Studium der Baukunst und der Lehre der Steinbearbeitung gewidmet, machte er die Bekanntschaft des Dichters Giangiorgio Trissino. Der Graf Trissino, wie viele seiner adligen Zeitgenossen, beschäftigte sich mit Mathematik, Philosophie und auch Architektur. Er wurde Palladios Mäzen. So erhielt Palladio eine höhere Ausbildung in antiker Literatur und Baukunst. Durch mehrere Reisen nach Rom, wo er die Ruinen des Altertums katalogisierte, und durch die Schriften der römischen Architekten, besonders Vitruvius, entwickelte sich Palladio zum Baumeister der italienischen Architektur des 16. Jahrhunderts im Stil der altertümlichen Architekten.

1540 begann Palladios Tätigkeit als Architekt und ihm wurde die Berufsbezeichnung *Architekt* verliehen. Palazzo Thiene und eine Reihe von Villen im vicentinischen Bereich, die ihm aufgetragen wurden, machten Palladio zum Hauptarchitekten in Vicenza, wo die Loggien für den Palazzo della Ragione als ersten Höhepunkt seiner Laufbahn gelten können.

Die *Basilica* (Palazzo della Ragione) in Vicenza, mit ihren unvergleichlichen Säulenloggien.

Sein Ruhm breitete sich immer mehr aus. Um 1550 verschaffte ihm sein venezianischer Freund und Gönner, der Adlige Daniele Barbaro, Zutritt zu den aristokratischen Kreisen Venedigs. Diese Jahre bedeuteten den Gipfel seiner Laufbahn, während derer er seiner Phantasie und Kreativität freien Lauf lassen konnte.

Ab 1560 verwirklichte er repräsentative Bauwerke sowohl in Vicenza, wie z.B. die Villa Capra (*La Rotonda*), als auch in Venedig, wie z.B. die Kirchen *San Giorgio Maggiore* und *Redentore*.

La Rotonda, eine tempelartige Villa, die sein herausragendstes Bauwerk ist.

Palladio starb am 15. August 1580 in Vicenza, während der Beaufsichtigung der Arbeiten seiner zwei letzten Hauptwerke: des *Teatro Olimpico* in Vicenza und des *Tempietto Barbaro* in Maser.

"Die Vier Bücher zur Architektur" enthalten die architekturtheoretischen Darlegungen Palladios.

Schriften

Im Jahre 1554 wurde sein Werk **„L'Antichità di Roma"** in Venedig veröffentlicht. Darin legte er sein Gesamtwissen römischer Bauten dar. Die Ergebnisse dieser Studien über die antiken Ruinen stießen auf großes Interesse.

Als Kenner der Antike half er Daniele Barbaro bei seiner Veröffentlichung über Vitruvius im Jahre 1556, sogar mit eigenen Illustrationen.

Dorische Ordnung, aus den "Quattro Libri".

Im Jahre 1570 erschien, ebenfalls in Venedig, die vierbändige Ausgabe **„I Quattro Libri dell'Architettura"**, sein theoretisches Hauptwerk. Es war das dritte in der Reihe der „klassischen" Architekturtraktate, die Vitruvius' *„De Architettura Libri Decem"* wiederentdeckten: früher waren Albertis *„De Re Aedificatoria"* und Serlios *„L'Architettura"* veröffentlicht worden. Palladio wollte mit dieser Schöpfung kein geschlossenes theoretisches System entwickeln, sondern die Prinzipen der Baukunst (d.h. die fünf kanonischen Ordnungen –Toskana, Dorika, Ionika, Korinthia und Komposita-; Modul und Proportion) durch die Abbildung von musterhaften Beispielen der Architektur vermitteln. Seine Lehre wurde mit Darstellungen antiker Bauten und eigener Werke illustriert. Die „Vier Bücher zur Architektur" wurden später als Gliederungssystematik benützt.

Das Palladiomotiv (auch *serliana*): 2 Säulen-1Bogen-2 Säulen

Palladianismus

Sowohl seine Veröffentlichungen, besonders die „Quattro Libri", als auch seine Bauwerke stießen in Italien und ganz Europa auf großes Echo. Sie wurden in den folgenden Jahrhunderten eine Grundlage für die klassizistisch orientierte Architektur. In diesem Sinne wurde Palladio zum Wegbereiter des Barockzeitalters, mit seinem kühlen Klassizismus im Gegensatz zur Kunst Michelangelos.

Palladianisches dreigeteiltes Fenster, den römischen Thermen nachempfunden.

Der erste Vertreter seiner Stilrichtung Anfang des 17. Jahrhunderts war der englische Architekt **Inigo Jones**, der Palladios von klassischer Klarheit und würdevoller Harmonie geprägten Stil in England einführte, wie im nördlichen Europa, J. van Kampen in den Niederlanden und E. Holl in

Deutschland. Auch in Frankreich ist Palladios Einfluss auf Perraults Fassade für den Louvre (1665) und auf Blondels Gründung der *Académie d'Architecture* (1671) deutlich zu sehen.

Über hundert Jahre später, 1783, nach der Neuauflage der „Quattro Libri", wurde Palladio wiederentdeckt. So entstand der **Neopalladianismus**, der in England durch Campbell und Lord Burlington, in Deutschland durch Knobelsdorff, in Frankreich durch Soufflot, und in Rußland durch Cameron und Quarenghi bekannt gemacht wurde. Diese neue Strömung griff sogar auf die Vereinigten Staaten durch Jefferson über.

Palazzo Porto-Breganze, Hauptfassade: die "Riesenordnung" der Wandpfeiler.

Bauwerke

Seine Architektur wird von reinen „Volumina" und Grundrissen bestimmt, die er, unter Verminderung des Baudekors, deutlich herausstellte. Er verwandte wo möglich antike Ordnungen und Formen: zwei Stockwerke durchgehender Pilaster kennzeichnen seine Palastbauten. Durch die Orientierung des Gebäudes „verband" er es mit der Landschaft. Er plante die Fernwirkung des Baukörpers ganz bewußt, wie ein Spiel aus Licht und Schatten zur Oberfläche desselben oder wie die Verzahnung des Innerenraumes mit dem Äußeren.

San Giorgio Maggiore, Giebelfront und Grundriss

Zu seinen Bauwerken, oft von anderen umgestaltet und verändert, zählen:

Paläste

Palazzo Thiene	Vicenza, nach 1542
Palazzo della Ragione (Basilica)	Vicenza, 1549
Palazzo Iseppo Porto	Vicenza, vor 1550
Palazzo Chiericati	Vicenza, 1550
Palazzo Antonini	Udine, 1556
Palazzo Valmarana	Vicenza, 1565-66
Palazzo Schio	Vicenza, vor 1566
Palazzo Barbarano	Vicenza, 1570-71
Palazzo Porto-Breganze	Vicenza, nach 1570

Il Redentore, Fassade

Kirchen

Santa Maria della Carità	Venedig, 1560-61
San Giorgio Maggiore	Venedig, 1560-65
Il Redentore	Venedig, ab 1577
San Francesco della Vigna	Venedig, 1570
Le Zitelle	Venedig, 1579-80

Villa Foscari: Beispiel der "geflügelten" Villen.

Villa Capra, *La Rotonda*
Auf einem Hügel gelegen ist das Gebäude gleichmäßig nach allen vier Seiten orientiert. Der quadratische, zentripetale Grundriss zeigt den Typ für "kompakten" Villen.

Villen

Villa Godi	Lonedo, 1537-1542
Villa Piovene	Lonedo, 1539-40
Villa Forni-Cerato	Montecchio,1540-45
Villa Gazotti	Bertesina,nach 1540
Villa Pisani	Bagnolo, 1542
Villa Thiene	Vicenza, ca. 1546
Villa Saraceno	Vicenza, 1545-60
Villa Poiana	Vicenza, 1549-50
Villa Cornaro	Treviso, vor 1553
Villa Pisani	Montagnana, 1553
Villa Chiericati	Vicenza, 1550-54
Villa Badoer	Rovigo, 1556
Villa Barbaro	Treviso, 1557-58
Villa Foscari(La Malcontenta)	Venedig, 1559-60
Villa Emo	Treviso, 1555-65
Villa Capra (La Rotonda)	Vicenza, 1550
Villa Sarego	Verona, 1560-70

Öffentliche Bauten

Brücke über die Brenta	Bassano, 1569
Loggia del Capitaniato	Vicenza, nach 1571
Teatro Olimpico	Vicenza, 1579-80
Tempietto Barbaro	Maser, 1579-80

Entwürfe

Rialtobrücke	(Venedig)
Dogenpalast	(Venedig)

Das *Teatro Olimpico*, erstes überdachtes Theater Europas, in dem Palladio eine perspektivische Scheinarchitektur baut.

Goethes Urteil in seiner "Italienischen Reise" über Palladios ungewöhnliche Verbindungen von Ziegelmauerwerk, hölzerner Scheinarchitektur und edler Steinmetzarbeit:

" *Den Säulen und Mauern zu verbinden bleibt doch immer ein Widerspruch. Aber wie er [Palladio] das untereinander gearbeitet hat, wie er durch die Gegenwart seiner Werke imponiert und vergessen macht [...]. Es ist wirklich etwas Göttliches in seinen Anlagen, völlig wie die Force des großen Dichters, der aus Wahrheit und Lüge ein drittes bildet, dessen erborgtes Dasein uns bezaubert.*"

Tempietto Barbaro, eine Familienkapelle in Form eines Zentralbaus bei der Villa Barbaro.

Palladios Entwurf für die Rialto Brücke; seine Brückendarstellungen haben Piranesi besonders beeindruckt.

Die Kintai-Kyo Brücke in Iwakuni

Zahlen und Daten

Lage	Iwakuni (Yamaguchi, Japan)
Überquert	Nishiki Fluss
Funktion	Fussgängerbrücke
Baujahr	1673
Konstruktionstyp	Bogenbrücke
Baustoffe	Steinpfeiler, Holzüberbau
Gesamtlänge	195 m
Breite	5 m
Brückenfelder	4
Feldweiten	35 m

Die Geschichte der Kintai Brücke über den Nishiki in Iwakuni geht auf Anfang des 17. Jahrhunderts zurück. In jener Zeit baute der erste Lehnsherr von Iwakuni seine Burg auf einem Berg und gründete die Stadt im Tal. Berg und Tal waren durch einen Fluss getrennt, sollten aber sowohl aus praktischen und wirtschaftlichen Gründen wie auch die „Feng Shui" Grundprinzipien aufgreifend miteinander verbunden werden. Allerdings war während der Feudalzeit die Benutzung der Brücken ausnahmslos den Samurai vorbehalten: das gemeine Volk hatte Boote oder watete durch den Fluss. Die erste Brücke, die gebaut wurde, war nicht von Dauer und musste immer wieder neu gebaut werden, da sie oft von Hochwassern beschädigt wurde. Dieser kontinuierliche Wiederaufbau war jedoch kein Problem aufgrund des Bewußtseins der Vergänglichkeit allen Menschenwerks in der japanischen Kultur und der hochentwickelten Holzbaukunst der alten japanischen Architektur.

Dieser Prozess dauerte bis 1659, als der damalige Feudalherr beschloss, eine dauerhafte Brücke zu bauen. Ein junger Zimmermeister namens Kurouemon Kodama wurde von ihm beauftragt. Kodama reiste durch ganz Japan, um andere Brücken zu studieren. Letztendlich aber nahm er die Ansicht eines Holzschnittes der Saiko-See Brücke im China, auf der sechs gespannte hölzerne Bogenbrücken von Insel zu Insel zu sehen waren, als Vorbild. Auf diese Weise wurden die vier Steinpfeiler im Nishiki projiziert: als künstliche Mauerwerkinseln.

Nach umfangreichen Vorarbeiten wurde die Brücke 1673 in nur drei Monaten gebaut. Der hölzerne Überbau wurde, ein Prinzip der japanischen Baukunst aufgreifend, vorgefertigt und zur gleichen

Zeit wie die Pfeiler montiert. Die oben erwähnten „Inseln" waren vier aus großen Quadern gemauerte Steinpfeiler, von denen zwei im folgenden Jahr durch Hochwasser weggespült wurden. Die zerstörten Teile wurden direkt ersetzt und seit 1674 hat die Brücke allen Hochwassern standgehalten, dank der Verbesserung der ursprünglichen Pfeilerfundamente.

Eine der drei berühmtesten Brücken in Japan, die Kintai-Kyo Brücke, ist ein prächtiges Beispiel der Ingenieurtechnik. Sie stellt eine überraschende Struktur dar, die zwei konstruktive Systeme aufweist, ohne Verwendung eines einzigen Nagels: die Vorlandbrücken an beiden Enden sind leicht gekrümmte, gestützte Balkenträger, während die drei Hauptbrücken auf weit gespannten Bogenträgern liegen. Jedes Tragwerk dieser drei Hauptbrücken besteht aus fünf parallelen hölzernen Balkenbündeln, die mit Querdübeln und eingekeilten Kreuzverbänden verstrebt sind. Dies ergibt ein ganz festes, horizontales Fachwerk von Kantholzstäben. Was sich als besonders auffallend erweist, sind die Bogenträger, die fast Kragbögen sind: sie bestehen nicht aus aufeinander geschichteten Balken, sondern aus kurzen, mehr oder weniger horizontal übereinander gestapelten und durch Eisenbänder zusammengehaltenen Balkenstücken. Die erwähnten Dübel vermeiden gleichzeitig die Längsverschiebung dieser Balkenstücke. Direkt auf den Trägern liegt der Bohlenbelag mit den erforderlichen Stufen an den Bogenseiten, der der Brücke ihre schwungvolle Gestalt gibt. Von einem schlichten Geländer gesäumt ist das Ergebnis eine aufregende Brücke, die die zur japanischen Baukunst gehörende vollkommene Eingliederung von Natur und Menschenwerk deutlich zeigt.

1950 fiehl die Kintai-Kyo Brücke dem Hochwasser - Folge des Taifuns Kijia- zum Opfer, aufgrund der ständig mangelnden Widerstandsfähigkeit ihrer Pfeilerfundamente. Drei Jahre später wurde die Brücke sorgfältig nach dem Originalentwurf wiederaufgebaut, mit verbesserter Kolksicherung und Betonkernen in den Pfeilern.

Die Kintai-Kyo Brücke Wiederaufbaupläne nach dem originalen Entwurf.

Weitere bemerkenswerte japanische Brücken

	Baujahr	Gesamtlänge	Konstruktionstyp
SORIBASHI Brücke	1976	-	Bogenbrücke
AKASHI-KAIKYO Brücke	1998	1990 m	Hängebrücke
OHNARUTO Brücke	1976-85	1629 m	Hängebrücke
TATARA Brücke	1999	890 m	Schrägseilbrücke
INNOSHIMA Brücke	1977-83	1270 m	Hängebrücke
IKUCHI Brücke	1986-91	790 m	Schrägseilbrücke
HAKATA OSHIMA Brücke	1981-88	325 m	Hängebrücke
KURUSHIMA KAIKO Brücke	1990-99	4100 m	Hängebrücke
HONSHU-SHIKOKU Brücke	1979-88	32000 m	Hängebrücke
KAITA Brücke	1981-90	2350 m	Balkenbrücke
SHIMA-MARUYAMA Brücke	1989	318 m	Schrägseilbrücke
AKINADA Brücke	1992-2000	1175 m	Hängebrücke

Epilog

Es ist interessant, einen Vergleich zwischen diesen zwei Meisterwerke der Brückenbaukunst zu ziehen, denn sie besitzen bemerkenswerte Übereinstimmungen und zugleich wesentliche Unterschiede.

Beim Entwerfen haben beide Architekten zuerst **Forschungsarbeit** auf ihrem Gebiet geleistet. Beim Anblick der Brücke in Bassano ist der Vergleich mit der römischen Holzbrücke über den Rhein -mit ihren Holzbalken unterstützt durch ein Sprengwerk- offensichtlich. Diese Rheinbrücke wurde schon in Kaiser Caesars "De Bello Galica" beschrieben. Dank seines fundierten Wissens der Antike kannte Palladio dieses Werk und veröffentlichte eine Schrift mit 52 Zeichnungen darüber. Auch Kodama bezog sich auf eine schon bestehende chinesische Konstruktion, die mehrere gespannte Bogenbrücken aufwiest.

Römische Rheinbrücke, um 55 v. Chr.
(Modell in Maβstab 1/25)

Japanische Brücken sind sehr selten überdacht. Die Existenz eines **Brückendachs** über der Bassano Brücke zeigt die unterschiedliche Weltanschauung zwischen Abendland und Morgenland. In Japan ist die Holzbearbeitung der Europas immer einen Schritt voraus und die Baukunst mit der Natur streng verbunden gewesen: was den Witterungswiderstand betrifft, waren die japanischen Holzbaukenntnisse gut genug, um die Dauerhaftigkeit des Holzes zu gewährleisten und die Prinzipien des "Feng Shui" verlangen reine, naturverbundene Gestaltungen. Im abendländischen Sinne versteht man, dass die Überdachung der Brücke von Palladio nicht nur auf ästhetische Gründe achtet, sondern auch Rücksicht nimmt auf den Schutz des Unterbaus.

Meine Brückenbeispiele zeigen die in der Einführung erklärten **Tragwerksysteme**. Die Kintai Brücke ist eine Bogenbrücke, während die in Bassano eine Balkenbrücke ist.

Hochwasser ist das Hauptrisiko der Brücken. Um es zu vermeiden gibt es zwei Lösungen: die eine ist in Kintai zu finden, wo die Brücke mit massiven steinernen Strompfeilern versehen ist. Dadurch wird versucht der Strömung stark zu widerstehen, obwohl die Wassermenge auβer Acht gelassen wird, wodurch die dicken Pfeiler die Durchflussöffnungen der Brücke verengen und das Wasser sich flussaufwärts staut. Diese Verengung bedeutet eine entsprechende Erhöhung des Wasserspiegels und der Strömungsgeschwindigkeiten und stärkerer Druck wirkt dann auf die Pfeiler. Um so erstaunlicher und bewundernswerter ist es dass sie dem Hochwasser standhalten; praktischer wäre jedoch dieses Hochwasser vorbeigehen zu lassen. Palladio beschloss diese zweite Lösung anzuwenden, was der Grund für die schlanken Pfeiler in Bassano, parallel zur Strömung, ist.

Wenn auch die Brücken in Bassano und in Kintai in vieler Hinsicht vollkommen verschieden sind, sind sie doch aus dem selben Material gebaut, und beide sind gute Beispiele für die Faszination der Brückenbaukunst.

Bibliographie

ACKERMANN, J. S. : "Paladio". Stuttgart, 1.980.

BERTOTTI-SCAMOZZI, O. : "Le fabbriche e i disegni di Andrea Palladio", Bände I-IV. Vicenza, 1.776-1.783.

BEYER, A., SCHÜTTE, U. : "Die vier Bücher zur Architektur ", nach " I Quattro Libri dell'Architettura ", Venedig, 1.570. München, 1.988.

BÜHLER, D. : "Brückenbau". Deutsches Museum; München, 2.000.

DIETRICH, R. J. : "Faszination Brücken. Baukunst, Technik, Geschichte". Callway; München, 1.998.

GOETHE, J. W. von : "Die italienische Reise". München, 1.960.

HEINRICH, B. : "Brücken. Vom Balken zum Bogen". Rowohlt Taschenbuch; Reinbek bei Hamburg, 1.983.

MINK, H. : "Diccionario Técnico – Technisches Fachwörterbuch. Español-alemán, Alemán- español", 7. Auflage. Herder; Barcelona, 1.991.

PALLADIO, A. : " I Quattro Libri dell'Architettura ". Venedig, 1.570.

TORRES, M. : "Puentes". Atrium; méxico D. F., 2.002.

WUNDRAM, M., PAPE, Th., MARTON, P. : "Andrea Palladio". Taschen; Köln, 1.999.

Web-Seiten

www.archinform.de
www.architoura.com/deutsch
www.baunetz.de
www.bridgestamps.com
www.brückenweb.de
www.japantipp.de
www.iwkn.tripod.co.jp/ebridge.htm
www.structurae.de

DIE SPANNBANDBRÜCKE BEI ESSING

Richard J. Dietrich

Verfasser: Luis Alberto Burred Sendino

BIOGRAPHIE.

Richard J.Dietrich ist am 29.12.1938 in München geboren. Er wohnt und arbeitet in dieser Stadt und in seinem Hof "Bergwiesen" bei Traunstein.

Studium:

1960-66: Architektur an der TU München u.a. bei Gert Albers.
1966/67: USA-Stipendium: Studium des Bauingenieurwesens an der University of Southern California; Teamarbeit bei Konrad Wachsmann in Los Angeles.
Seit 1969: Architekturbüro in München, seit 1972 auch im Hof "Bergwiesen" bei Traunstein.
Seit 1965: Lehraufträge und Vortragsreisen an und zu verschiedenen Hochschulen in Deutschland, den USA, Kanada, Japan und Korea.

Preise:
1970: Cannes, Grand prix internationale d'urbanisme et d'architecture.
1989: Paris, European Glulam Award;
1996: Frankfurt am Main, MSH-Preis für Architektur, von Mannesmann gestiftet.

1965-74: Entwicklung des »Metastadt«-Bausystems, der Vision eines neuen multifunktionalen, variablen, entwicklungsoffenen Städtebaus als Beitrag zur Stadt der Zukunft, ausgeführt von den Firmen OKAL und Thyssen, u.a. 1972 in Wulfen, Nordrheinwestfahlen: Wohnungen, Büros, Läden und ein Kindergarten, der 1986 demontiert wurde.
1975: Mitbegründer des ersten Instituts für Baubiologie und Bauökologie Rosenheim (erste Verwirklichung eines biologisch- ökologischen Hauses 1978 in Wasserburg; **1983** Öko-Solar-Demonstrationshaus für die Stadt München).
1977: Erste Brückenbaukonzepte.
1978 Auftrag für eine **Brücke über den Main-Donau-Kanal bei Essing** (1986: Vollendung der Holz-Spannband-Brücke). Seither zahlreiche Brückenbauten und Brückenprojekte in Holz und Stahl, Solarhäuser, Stadtteilplanungen und Stadtsanierungen, sozialer Wohnungsbau.

Weitere Brücken

- **Raumseilbrücke** über den Mittleren Ring in **München** (1984-1985)
- **Tensegritybrücke** über den Main-Donau Kanal bei **Berching** (1987)
- **Auslegerbrücke** über den Amperkanal in **Fürstenfeldbruck** (1988-1990)
- **Raumfachwerkbrücke** über die Isar bei **Thalkirchen** (1989-1991)
- **Baumstützenbrücke** über die Isar an der Marienklause in **München** (1991)
- **Kettenbrücke** über eine Autobahn in **München-Perlach** (1990-1992)
- **Baumstützenbrücke** über die Bahn in **Zirndorf** (1993-1995)
- **Spiralhängebrücke** an der Einfahrt nach **Weiden** (1995-1998)
- **Balkenbrücke** über die Wublitz bei **Potsdam** (1997-1999)

SPANNBANDBRÜCKE ÜBER DEN MAIN-DONAU KANAL BEI ESSING (1978-1986).

Besonders bei Essing erweist sich die landschaftliche Schönheit des Altmühltales. Der Fluss windet sich hier an einem Felsen vorbei, an dessen Fuße, am schmalen Ufersaum aufgereiht, das alte Essing liegt. Die neue Wasserstraße bildet hier mit vielen Altwasserbuchten eine lebendige Flusslandschaft. Eine neue Brücke in dieser Landschaft zu bauen, die den ganzen Talraum überspannen sollte, war eine schwierige, gestalterische Aufgabe. Bauherr (Rhein-Main-Donau AG), Baubehörde und Gemeinde entschieden sich für das Ergebnis des Entwurfsgutachtens von 1978: die ungewöhnliche Brückenkonstruktion des Münchner Architekten und Konstrukteurs Richard J. Dietrich. Die neuartige Brückenkonstruktion zeichnet sich durch besondere Leichtigkeit und eine der Landschaft angepasste geschwungene Linienführung aus.. Nach 7-jähriger Planungs- und Entwicklungsarbeit, mit Hilfe von Ingenieuren und moderner Holzbautechnologie konnte das ungewöhnliche Brückenbauwerk nun ausgeführt werden.

Details am Fußpuinkt der Pfeiler-Fachwerke

Abgeleitet vom Prinzip der freihängenden Seilbrücke spannt sich ein Zugband aus neun brettschichtverleimten Holzbalken über drei Pfeilerböcke zu den Brückenköpfen. Über dieses einer Seilzuglinie folgende Zugband werden die Brückenlasten zu 90% in Form von Zugkräften abgetragen. Daraus resultiert der äußerst schlanke, nur 65cm hohe Querschnitt. Biegebeanspruchte Träger über die gleiche Spannweite von rund 70m im Hauptfeld müssten mehr als 6 mal so hoch sein (rund 4m). Die Gesamtlänge der hölzernen Brückenkonstruktion zwischen den massiven Brückenköpfen beträgt 193m, die lichte Breite der Gehbahn 3,20m. Die Konstruktion kann eine Verkehrslast von 500kg/m² aushalten, somit ist sie auch für Fahrzeuge befahrbar. Hängebrücken haben Tradition in dieser Landschaft. Zur Römerzeit spannte sich eine große Seilhängebrücke über den Donaudurchbruch bei Weltenburg. Anders aber als bei einer solchen in sich völlig flexiblen Konstruktion muss das relativ steife hölzerne Tragwerk der Essinger Brücke gegen Bruchlasten aus Schwingungen gesichert werden. Hier ist vor allem die Schwingungsanregung aus seitlichem Wind zu beherrschen. Die zur Ausführung gebrachte Konstruktion wurde in Windkanalversuchen am Model optimiert.

Photo eines Modells
im Deutschen Museum
M: 1/100

Die Holzträger-Schar ist horizontal zu einem kastenförmigen Querschnitt verbunden und ausgesteift; auf der Oberseite durch eine doppellagige Diagonalverschalung, auf der Unterseite durch einen offenen Diagonalverband aus Kantholzstäben. Eine Blechdachhaut deckt die obere Diagonalschalung ab und schützt die Konstruktion gegen Witterungseinflüsse. Abgedeckte Holzbrücken können Hunderte von Jahren alt werden, wie historische Beispiele zeigen. Die neun Trägerbalken sind durch baustellen-verleimte Keilzinkenstöße aus einzelnen Teilstücken von rund 40m Länge zu durchlaufenden Trägerbändern zusammengesetzt. Solche Leimstöße sind in dieser Größenordnung bisher noch nirgends ausgeführt worden. Belastungsversuche im Labor und im Einbauzustand waren nötig, um das Verfahren abzusichern. Das Brückenband wird an drei Stellen durch hölzerne Pfeilerfachwerke unterstützt, die auf massiven Auflagerbänken stehen. Für den Anschluss der Pfeiler-Fachwerkstäbe an die einzelnen Trägerbänder und an die Auflagerbänke sind spezielle gussstählerne Gelenkelemente entwickelt worden, die unter verschiedenen Winkeln angreifende Kräfte zwängungsfrei einleiten. Auch für den Anschluss des unteren Diagonalverbandes wird ein besonderer Gussstahlknoten entwickelt. An den massiven Brückenköpfen werden die Zugkräfte in der Größenordnung von 4.000 KN verspannt. Diese Funktion prägt sich in der Detailausbildung des Anschlusspunktes deutlich aus. Alle Kräfte werden durch eine entsprechend gestaltete Gelenklagerung über einen gemeinsamen Drehpunkt ins Widerlager geleitet. So vermeidet man Zwängungen an den empfindlichen Spannköpfen.

Teilansicht eines Pfeiler-Fachwerks

Details von Geländer, Gehbahnbelag und Anschlussknoten

Für das Geländer wurde ein leichtes, verstrebtes Holz-Stabwerk entwickelt, um das Bild einer leichten Brückenkonstruktion zu erhalten. Ein sich im Licht optisch auflösendes Drahtgewebe dient als Füllung. Auf diese Weise sind alle Elemente der Brückenkonstruktion ihrer Funktion entsprechend ausgebildet. Alle tragenden Teile sind konsequent aus Holz hergestellt. Nur am Übergang konzentrierter Kräfte in den Verbindungspunkten werden Stahlteile verwendet. Bei allem wurde auch auf eine möglichst effektive Baudurchführung geachtet. Ein hohes Maß an werkseitiger Vormontage wurde erreicht, und an der Baustelle konnte man ohne aufwändige Hilfsgerüste schnell und präzis bauen. Dank der Kooperation der beteiligten Firmen wurde ein Höchstmaß an Perfektion auch in der Ausführung erreicht. Eine neue Attraktion für die Besucher des Altmühltals wurde über den Brückenschlag hinaus geschaffen, sowohl durch das ungewöhnliche Brückenbauwerk selbst, als auch durch die neu geschaffene Aussicht von der Höhe der Brücke auf das schöne Landschaftsbild von Essing.

1. Tranport der rund 45 Meter langen Teilstücke der Spannbandträger

2. Einheben der Teilstücke an der Baustelle

3. Verbinden der Sapnnbandträger mittels Keilzinken-Verleimung unter einem Schutzzelt.

4. Verlegen der Bohlenroste aud das mit Blech abgedechte Spannband.

5. Montage des Geländers

6. Aufbringen der Vorspannung in der Spannband-Verankerung an den Widerlagern

BRÜSTUNGSMAUER
NATURWERKSTEIN MAUERWERK

ENTWÄSSERUNG
DN 60

BETON-FERTIGTEIL

ABSTANDSHALTER
F. ENTWÄSS.

WIDERLAGER S. SCHALPLAN
NR. C IV Kz 4838
SICHTBETON GESTOCKT

DETAIL
ZUGVERANKERUNG
WIDERLAGER S. PL. NR. C IV Kz 4830

QUADERMAUERWERK NACH LV, SICHTFLÄCHEN
BRUCHRAUH GESPALTEN BZW. ANGEPASST BOSSIERT.
SICHTKANTEN MÜSSEN AUF LINIE GEHALTEN WERDEN
(S. MUSTER)

GRUNDRISS - SCHNITT

FLÜGELMAUER

DETAIL
ZUGVERANKERUNG WIDERLAGER
S. PL. NR. C IV Kz 4830

ABDICHTUNG

BETON-FERTIG TEIL-SCHACHT

DYWIDAG SPANNANKER
Ø 36

KIESKOFFERUNG

SCHNITT A-A

SCHNITT B-B

ANSICHT

UNTERSICHT

30.809 | 32.038 | 9.184 | 73.282 | 9.184 | 35.415

189.91

TENSEGRITYBRÜCKE ÜBER DEN MAIN-DONAU-KANAL BEI BERCHING (1987)

Beim Bau des Main-Donau-Kanals hat man die Landschaft von der Stadt Berching nach einem Wettbewerbsprojekt völlig umgebaut. Bezüglich der Verkehrsmaßnahmen werden zwei Umgehungsstraßen an Stelle der alten Zufahrtsstraßen zum Tor der mittelalterlichen Stadtmauer gebaut, jeweils mit großen Brücken nördlich und südlich der Stadt über den Kanal. Nach einem 1987 ausgeschriebenen Wettbewerb gewann der hiergezeigte Brückenvorschlag den ersten Preis, wurde aber später nicht ausgeführt und durch eine konventionelle Betonbrücke ersetzt. Als konstruktive Forderung musste hier eine möglichst weitgespannte und filigrane Konstruktion mit möglichst niedriger Gradiente gefunden werden, sonst hätten die Rampen das Tal quer abgeriegelt. Der Bau sollte ein aufliegendes Tragwerk sein, um eine gekrümmte Trasse problemlos tragen zu können. Der Name des Projektes, "Tensegrity-Konstruktion", bezieht sich auf den Architekt Buckminster Fuller). In dieser Stahlkonstruktion ist ein System aus Zugseilen mit integrierten Druckstäben angeordnet. Dabei wird erlaubt, dass die Fahrbahn zwängungslos und selbstrückverankert aufgehängt werden kann. Eine Platte aus geschweißten Blechen bestimmt die Fahrbahn. Die Seitenfelder hätten so eine freie und breitere Durchsicht auf die Stadt und auch ein weites Zurücktreten der Rampenhügel ermöglicht.

AUSLEGERBRÜCKE ÜBER DEN AMPERKANAL IN FÜRSTENFELDBRÜCK (1988-1990)

Früher war in dieser Stadt ein von malerischen Kanälen durchzogenes, jetzt aber recht heruntergekommenes Mühlenviertel zu finden. Die sogenannte "Lände" mit dem ehemaligen Stadtbad, den Kraftwerken und Mühlen wurde einst von den Stadtwerken ersetzt und mit Lagerplätzen umgeben. Als Ergebnis eines Wettbewerbs gab es eine Reihe von wichtigen Reformen in der Stadt. Die Aumühle baute man zum Beispiel zu einer modernen Stadtbibliothek um. Eine Fernheizung wurde vom Kraftwerk zur Aumühle gelegt, und dabei nutzte der Stadtbaumeister die Gelegenheit, anstatt eines Dammes unter dem Fluß eine Rohrbrücke darüber zu bauen. Auf der einen Seite des vorgesehenen Bauplatzes war ein hochliegendes, festes Ufer, auf der anderen Seite, 1,5m tiefer, eine Schwemmlandinsel, die für ein festes Widerlager nicht geeignet war. Von der höher gelegenen Uferseite griff ein Kragarm auf die tiefere Seite und war dort gelenkig aufgelagert. Die Auswirkungen der Kräfte wurden bei der einseitigen Gründung mittels des Gegengewichtes auf der festen Seite und der Form des sich verjüngenden Gitterträgers illustriert. Der Lichtraum zwischen den zwei unterschiedlichen Auflagern wurde mit der Form des Dreieckfachwerkträgers aus verschweißtem Stahlrohr symmetrisch überspannt.

BAUMSTÜTZENBRÜCKE ÜBER DIE AUTOBAHN UND ZUGGLEISE IN ZIRNDORF (1993-1995)

Das Projekt von Zirndorf umfasst zunächst die Verlegung einer Ausfallstraße, die auch kreuzungsfrei gemacht werden sollte. Außerdem sollten zwei Fußgängerbrücken die Bahnlinie und eine zukünftige Straße überqueren. Die ersten Vorschläge Dietrichs zeigten Fachwerkkonstruktionen aus Holz, wurden aber von der Bahnverwaltung später abgelehnt. Mehrere Jahre später wurde eine Überfahrt quer über das lange Verkehrsband für die Feuerwehr nötig. Dietrich kam wieder in Szene, entwarf aber eine andere Konstruktion. Jetzt ging es um größere Lasten, darum war die ursprünglich geplante Holzfachwerkkonstruktion mit Bohlenbelag dafür nicht geeignet. Das gestalterische und konstruktive Motiv wurde vom umgebenden Baumbestand geliefert. So wurde eine dünne Brückentafel von "Baumstützen" getragen. Diese Trägerkonstruktion sorgte dafür, eine Fläche kontinuierlich zu unterstützen, Kräfte zu bündeln und zentriert in den Boden zu leiten. Die Baumstützen hatten eine kurze Spannweite, da jedes Verkehrsband separat überbrückt wurde. Die Brückentafel wurde auf gezackte Wände gestützt. Der Brückenüberbau wurde in Segmenten mit den Baumstützen im Werk vorgefertigt. Die Knoten der Verzweigungen waren aus Stahlgusselementen mit kurzen Hälsen.

SPIRALHÄNGEBRÜCKE AN DER EINFAHRT NACH WEIDEN (1995-1998)

Diese Fußgängerbrücke verbindet ein Wohngebiet mit dem Schulzentrum von Weiden und überquert dabei eine stark befahrene Einfallstraße. Auf der Ostseite war ein geschütztes Biotop mit Teichen zu erhalten, deshalb konnte man dort keine Anrampung der Brücke anlegen. Demzufolge wurde ein spiralförmiger Brückenabgang entworfen, um von der Höhe des erforderlichen Lichtraumprofils über der Straße auf engstem Raum herunterzukommen. Da eine möglichst spektakuläre Brücke gefragt war und es eine größere Spannweite zu überbrücken galt, wählte man eine abgehängte Konstruktion. Die gesamte Brückenbahn (83m Länge) schwingt sich über die Straße und auf der anderen Seite herab, ausgehend von einem massiven Widerlager und nur an einem zentralen Pylon aufgehängt. Der gekrümmte Brückenträger hält sich wie eine Hutkrempe waagrecht stabil. Darauf findet man ein räumliches Fachwerk aus Rundrohrstäben, verbunden mit einer rippenverstärkten Gehbahntafel. Die Abhängung ist mit Vollstäben ausgeführt worden, da Seile weniger elastisch und auch teurer sind. Mehrere Gabelfittings schließen einseitig gelenkig die Hängestäbe oben am Pylon an. Gleichzeitig ist unten am Gehbahnträger ein allseitig gelenkiger Anschluss entwickelt worden, um mögliche Zwängungen zu vermeiden. Dazu hat man die Stäbe durch eine Kugel geführt. Durch diese Anordnung sind vertikale Korrekturen möglich. Der Pylon wird nach oben verjüngt und mit dem Boden fest verbunden. Er neigt sich etwas gegen die Hauptlast zurück. Die Hängestäbe sind an drei Stellen nach unten durchgeführt und dabei auch an Sockeln auf Bohrpfählen verankert. Pfosten und Handlauf bestehen aus Niro-Stahl-Rundrohren. Wegen der Radfahrer beträgt die Geländerhöhe 1,2m, was die Brücke aus Proportionengründen kleiner erscheinen lässt als sie ist. Die Beleuchtung ist an der Pylonspitze angebracht. Die Brücke ist bei der Bevölkerung, besonders bei den Schulkindern, sehr beliebt.

BIBLIOGRAPHIE

- Dietrich, Richard J. ,1998
  "FASZINATION BRÜCKEN: Baukunst – Technik – Geschichte"
  München: Callwey,

- Bühler, Dirk , 2000
  "BRÜCKENBAU"
  Deutsches Museum. – München

Webseiten:

- *http://www.dietrich-ingenieur-architektur.de/home.htm*
- *http://www.structurae.de/de/structures/data/str00302.php*
- *http://www.archinform.net*
- *http://www.deutsches-museum.de/ausstell/soarchiv/brueck.htm*
- *http://bauko4.bv.tu-berlin.de/files/Exkursion99.pdf*

TECHNISCHES VOKABULAR

Deutsch - Spanisch

TECHNISCHES VOKABULAR
Deutsch – Spanisch

r	Abbruch,¨e	derribo, demolición
e	Abhandlung, en	ensayo, disertación
tr	abhängen	descolgar
e	Abmessung, en	dimensión
tr	abriegeln	bloquear
tr	abtragen	nivelar, reducir
e	Achse, n	eje
r	Anbau, ten	edificio contiguo
e	Anrampung, en	rampa
r	Anschluss, ¨e	conexión
r	Aufbau,ten	montaje
tr	aufeinanderschichten	apilar
irr tr	auffangen	absorber (cargas)
s	Auflager, -	machón, apoyo
e	Aufstellung,en	montaje, disposición
r	Ausbau,ten	ampliación
e	Ausfallstraße, n	carretera de salida
e	Ausführung, en	acabado
e	Auskragung, en	saliente
e	Ausrichtung, en	alineación, organización
s	Ausschwimmen	técnica mediante la cual se transportan las partes desmontadas del puente por el agua hasta la orilla
tr	aussteifen	rigidizar, reforzar
e	Aussteifung, en	entibación
s	Bahngleis, e	vía de ferrocarril
s	Balkenbündel, -	haz de vigas
r	Balkenträger, -	viga maestra
e	Balustrade, n	balaustrada
e	Baubehörde, n	constructora
e	Baudurchführung, en	ejecución de la obra
r	Bauherr, en	propietario, promotor
pl.	Baukosten	coste de la obra
	baustellen-verleimt	encolado en obra
r	Baustoff, e	material (construcción)
s	Bauvorhaben, -	construcción planeada
s	Bauwerk, e	construcción
r	Bauzeichner, -	delineante
e	Bebauung, en	edificación
e	Belastbarkeit	puesta en carga
e	Belastung, en	carga
r	Belastungsversuch, e	prueba de carga
e	Beleuchtung, en	iluminación
r	Belüftungsschacht, ¨e	chimenea de ventilación
r	Berechner, -	calculista
r	Beton	hormigón

e	Betonbrücke, n	puente de hormigón
e	Betonhülle, n	envoltura de hormigón
e	Betonplatte, n	plancha de hormigón
	biegebeansprucht	resistente a torsión
e	Biegung, en	flexión
s	Blech,e	chapa, lámina
e	Blechdachhaut,"e	recubrimiento de chapa
r	Block, "e	bloque
r	Boden, "	suelo, tierra
r	Bogenstich, e	flecha
r	Bogenträger, -	viga de arco, arqueada
r	Bohlenbelag, "e	revestimiento de tablones
r	Bohrpfahl, "e	pilote taladrado
e	Bruchlast, en	carga de rotura
e	Brücke, n	puente
e	Brücken(fahr)bahn, en	calzada o vía del puente
r	Brückenabgang, "e	salida, bajada de puente
r	Brückenbalken, -	travesaño
r	Brückenbogen, "	arco de puente
r	Brückenkopf, "e	pontón, cabecera
e	Brückenlast, en	carga del puente
r	Brückensteg, e	pasarela peatonal
e	Brückentafel, n	superficie pisable
r	Brückenträger, -	soporte
r	Brückenüberbau,ten	construcción superior
r	Brückenzug,"e	tramo de puente
	bündeln	atar, agrupar
s	Dach, "er	tejado, cubierta
e	Dachkonstruktion, en	construcción de la techumbre
r	Dämpfer, -	amortiguador
e	Dauerhaftigkeit	durabilidad
e	Dehnung, en	dilatación
e	Demontage, n	desmontaje
r	Denkmalschutz	protección patrimonial
e	Detailausbildung, en	formación detallada
r	Diagonalverband,"e	emparrillado diagonal
e	Diagonalverschalung,en	encofrado diagonal
	doppellagig	de dos capas
s	Drahtgewebe, -	tejido de alambre
s	Drahtseil, e	cable metálico
s	Drehmoment, e	momento
r	Drehpunkt,e	punto de rotación
r	Dreieckfachwerkträger,-	cercha triangulada
r	Druck	(com)presión
r	Druckstab,"e	barra a compresión
r	Dübel, -	taco

e	Durchbiegung,en	flecha
e	Durchflussöffnung, en	ojo de puente
s	Eigengewicht, e	peso propio
e	Einfallstraβe, n	calle incidente
	eingekeilt	encajado a presión
r	Eingriff, e	engranaje
s	Eisenband, "er	fleje
s	Endwiderlager,-	contrafuerte, estribo final
r	Erbauer, -	constructor
irr	erheben	enderezar, levantar
	fächerförmig	con forma de abanico
s	Fachwerk,e	entramado
e	Fachwerkkonstruktion, en	construcción en entramado
r	Fachwerkpylon, e	pilón estructural
e	Faserrichtung, en	dirección de la fibra
e	Fassade, n	fachada
s	Feld, er	tramo
e	Festigkeit, en	solidez, estabilidad
s	Flacheisen, -	pletina
	freihängend	colgado libremente
	freitragend	sin apoyos
e	Fuβgängerbrücke, n	pasarela peatonal
e	Fuge, n	ranura
e	Füllung, en	relleno
s	Gegengewicht, e	contrapeso
e	Gehbahn, en	carril peatonal
e	Gehbahntafel, n	panel de carril peatonal
r	Gehbahnträger, -	soporte de carril peatonal
	gekrümmt	curvo
s	Geländer, -	barandilla
	gelenkig	flexible, articulado
e	Gelenklagerung, en	almacenamiento de articulaciones
	geneigt	inclinado
s	Gerüst, e	andamio
e	Gesamtlänge, n	longitud total
	geschweiβt	soldado
e	Gestaltung, en	configuración
s	Gewölbe, -	bóveda
	gewölbt	curvo, arqueado
	gezackt	dentado
r	Gitterträger, -	cercha
e	Gitterwand, "e	muro de reja
	glasig	de vidrio
s	Gleichgewicht, e	equilibrio
	gleichmäβig	simétrico, regular
e	Gröβenordnung, en	dimensión
r	Grundriss, e	plano, planta

e	Gründung, en	fundación
	gussstählern	de acero colado
r	Halbkreisbogen, "	arco de medio punto
r	Handlauf, "e	pasamanos, barandilla
e	Hängebrücke, n	puente colgante
s	Hängefachwerk, e	estructura colgante
r	Hängestab, "e	tirante
e	Hängestruktur, en	estructura colgante
s	Hauptfeld, er	zona principal
e	Hauptlast, en	carga principal
irr tr	herabschwingen	oscilar hacia abajo
s	Hilfsgerüst, e	andamio
r	Holzbalken, -	viga de madera
r	Holzpfahl, "e	pilar de madera
s	Holz-Stabwerk, e	estructura de barras de madera
e	Holzträger-Schar, en	grupo de soportes de madera
r	Jochpfahl, "e	pilón
s	Kabel, -	cable
r	Kantholzstab, "e	barra de madera maciza
	kastenförmig	en forma de caja
r	Keilzinkenstoß, "e	cola de milano
	klappbar	plegable
r	Kräfteverlauf, "e	recorrido de fuerzas
r	Kragarm, e	grúa torre
e	Krümmung, en	recodo
	lackiert	lacado
e	Laibungsfläche, n	superficie de intradós
r	Landpfeiler, -	pilar en tierra
e	Längsverschiebung, en	desplazamiento longitudinal
e	Last, en	carga
r	Laufsteg, e	pasarela
r	Leimstoß, "e	golpe para encajar las dos partes de la unión de cola de milano
s	Lichtraumprofil, e	gálibo
e	Lichtweite, n	luz
e	Linienführung, en	silueta
e	Lüftung, en	ventilación
r	Maurer, -	albañil
	montieren	montar, ensamblar
r	Neigungswinkel, -	angulo de inclinación
e	Niete, n	roblón
s	Niro-Stahl-Rundrohr, e	tubo de niro-acero
e	Obergurtung, en	cordón superior
s	Oberlicht, er	luz cenital
e	Parabel, n	parábola

r	Parabelbogen, "	arco parabólico
	parallelgurtig	de cordones paralelos
r	Pfahlbau, ten	palafito
r	Pfeiler, -	pilar, pilón
r	Pfeilerbock, "e	caballete
s	Pfeilerfachwerk, e	retícula de pilares
r	Pfosten, -	poste, pilar, columna
r	Pilaster, -	pilastra
e	Platte, n	placa, plancha, lámina
s	Profil, e	perfil
	projizieren	proyectar
r	Pylon, e	pilote
r	Quader, -	paralelepípedo, sillar
r	Querarm, e	brazo transversal
e	Queraussteifung, en	refuerzo transversal
s	Querschiff, e	costado
r	Querschnitt, e	sección
e	Querstrebe, n	puntal transversal
e	Querverstrebung,en	arriostramiento transversal
	rippenverstärkt	reforzado con nervaduras
r	Riss, e	grieta
e	Rohrbrücke, n	puente tubular
e	Röhre, n	tubo
r	Rundbogen, "	arco
r	Rundrohrstab, "e	tubo de sección circular
e	Säule, n	columna, pilar
s	Säulenkapitell, e	capitel
r	Säulensockel, n	basa (columna)
r	Schaft, "e	asta, palo
r	Schnitt, e	corte, sección
r	Schub, "e	empuje
irr	schwingen	vibrar, oscilar
e	Schwingung, en	vibración, oscilación
e	Seilbrücke, n	puente de cables
e	Seilzuglinie, n	línea de tracción de cables
s	Seitenfeld, er	zona lateral
	selbstverankert	anclado entre sí
r	Senkkasten, "	cajón de hormigón para cimentaciones
r	Sockel, -	zócalo
e	Solidität	solidez
e	Spannung, en	tensión, esfuerzo
e	Spannweite, n	luz, vano, envergadura
	spiralförmig	en espiral
r	Spitzbogen, "	arco apuntado
s	Sprengwerk, e	jabalconado
r	Stahl, "e	acero

r	Stahlbeton	hormigón armado
s	Stahlgusselement, e	elemento de fundición
e	Stahlkonsole, n	ménsula de acero
e	Stahlkonstruktion, en	construcción de acero
s	Stahlrohr, e	tubo de acero
s	Stahlseil, e	cable de acero
e	Stahlstütze, n	soportes de metal
	stapeln	apilar
e	Stauchung, en	compresión
	stauen	estancar, represar
e	Steigung, en	inclinación, pendiente
e	Steinbearbeitung, en	cantería
r	Steinmetz, e	cantero
r	Stich, e	flecha de arco
r	Strompfeiler, -	pilar (que está en el río)
e	Struktur, en	estructura
e	Stütze, n	apoyo, soporte
e	Tiefengründung, en	cimentación profunda
e	Torsionsverzerrung, en	deformación a torsión
r	Träger, -	viga
r	Trägerbalken, -	soporte de madera
e	Trägerform, en	forma de soporte
e	Trägerkonstruktion, en	construcción atirantada
e	Tragfähigkeit, en	capacidad portante, resistencia
s	Tragwerk, e	estructura portante, armazón
s	Tragwerksystem, e	sistema estructural
s	Traktat, e	tratado
e	Trasse, n	trazado
r	Überbau, ten	supraestuctura
	überspannen	cubrir
	übertragen	soportar (cargas)
tr	umbauen	reformar, reorganizar
s	Umfeld, er	entorno
e	Umgehungsstraße, n	circunvalación
r	Umriss, e	contorno
e	Untergurtung, en	cordón inferior
r	Verband, "e	ligadura
r	Verbindungspunkt, e	punto de union
e	Verkehrslast, en	sobrecarga de uso
e	Verkleidung, en	revestimiento
	verrotten	corromperse, pudrirse
	verstärken	reforzar
e	Versteifung, en	apoyo
	verstreben	arriostrar, reforzar
e	Verstrebung, en	arriostramiento
e	Verzahnung, en	engranaje dentado
e	Verzweigung, en	ramificación
r	Vollstab, "e	barra maciza

	vorgefertigt	prefabricado
e	Vormontage, n	montaje previo
r	Vorsatzbalken, -	viga antepuesta
e	Wechselfeuchte	cambios de humedad
r	Wellenbrecher, -	rompeolas
e	Werkstatt, "e	taller
s	Widerlager, -	contrafuerte, estribo
r	Windkanalversuch, e	pruebas eólicas de canal
r	Witterungseinfluss, "e	influencia climática
r	Zimmermeister, -	carpintero
r	Zug, "e	tracción
s	Zugband, "er	banda a tracción
s	Zugseil, e	cable traccionado
r	Zweigelenkfachwerk-bogen, "	arco estructural con dos articulaciones

Fachausdrücke

ungleiche Last
Punktlast
Vollast
Kette
Gelenk
Kabel mit Hängern
Hängebrücke
Pylon
Turm
Eigengewicht
Moment
Kragbalken
Ausleger
Schrägseilbrücke
Schrägseile
Pylon
Turm
Kräfte
Zug
Zug
Druck
Resultierende Kraft

Keilzinkenstoß
Längs-Verleimung von Balken
Sprengwerk
Hängewerk
Strebe
Obergurt
Untergurt
Fachwerk
Plattenbalken
Hohl-Kasten

Bombierung
Fahrbahn, Gehbahn
Beton
Stahl-Armierung
Bewehrung
Balken
Voute
Bogen
Laibung
Bogenzwickel
Kämpfer
Doppel T-Träger
"orthogonal-anisotrop"
ausgesteifte Blechtafel
(orthotrope Platte)

Überbau
Tragwerk
Gradiente = x% max.
Bewegungsfuge
Rampe
Lager
Lichtraum
Lagerbank
Rampe
Unterbau
Widerlager
(Brückenkopf)
Seitenjoch
Spannweite
Pfeiler
Mitteljoch
Spannweite
Pfeiler
Seitenjoch
Spannweite
Widerlager
(Brückenkopf)
Einfeldsystem, Einfeldträger
Mehrfeldsystem, Durchlaufträger

NOTAS

NOTAS

CUADERNO

151.01

CATÁLOGO Y PEDIDOS EN
http://www.aq.upm.es/of/jherrera
info@mairea-libros.com